



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

ZÁKLADOVÁ VANA Z VODONEPROPUSTNÉHO BETONU

FOUNDATIONS OF A WATERPROOF CONCRETE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Bronislav Mlynář

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN PERLA

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Bronislav Mlynář
Název	Základová vana z vodonepropustného betonu
Vedoucí práce	Ing. Jan Perla
Datum zadání	31. 3. 2016
Datum odevzdání	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.,
MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Situace, řezy, půdorysy, IGP

Základní normy (včetně všech změn a doplňků):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí (část 1-1, 1-5 až 1-7)

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura:

TP ČBS 04 - Vodonepropustné betonové konstrukce

dále podle doporučení vedoucího diplomové práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Návrh a posouzení železobetonové vodonepropustné konstrukce (bílé vany) jako základové konstrukce administrativní budovy včetně zohlednění účinků objemových změn.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti dle níže uvedených směrnic).

Výkresová část:

- přehledné výkresy tvaru celé konstrukce;
- podrobné výkresy tvaru a výztuže navrhované základové konstrukce včetně detailů těsnění spár;
- specifikace čerstvého betonu a návrh technologie provádění.

Statický výpočet se zohledněním interakce s podložím (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Jan Perla

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo navrhnout a posoudit základovou vanu z vodonepropustného betonu. K řešení vnitřních sil byl použit výpočetní program Dlubal RFEM 5.07. Výpočty byly provedeny v souladu s platnými normami.

KLÍČOVÁ SLOVA

železobeton, zatížení, základy, základová deska, pilota, vodonepropustný beton, šířka trhliny

ABSTRACT

The aim of master thesis was design and assessment foundations of waterproof concrete. Computational software Dlubal RFEM 5.07 used to calculate internal forces. Calculation in accordance with applicable standards.

KEYWORDS

reinforced concrete, load, foundations, foundation slab, pilot, waterproof concrete, crack width

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Bronislav Mlynář *Základová vana z vodonepropustného betonu*. Brno, 2017. 9s, 155 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Perla

.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2017

Bc. Bronislav Mlynář
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Janu Perlovi za čas, který mi věnoval, za ochotu odpovídat na veškeré dotazy, které jsem na něj měl a za předání mnoha zkušeností a praktických rad. Dále bych chtěl poděkovat rodině a blízkým za podporu během celého studia.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**ZÁKLADOVÁ VANA Z VODONEPROPUSTNÉHO
BETONU**
FOUNDATIONS OF A WATERPROOF CONCRETE

A – PRŮVODNÍ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Bronislav Mlynář

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN PERLA

BRNO 2017

OBSAH:

1.	ÚVOD	1
2.	POPIS KONSTRUKCE	2
2.1.	STAVEBNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU	2
2.2.	GEOLOGICKÉ POMĚRY	2
2.3.	ZALOŽENÍ OBJEKTU	2
2.4.	VODOROVNÉ KONSTRUKCE.....	2
2.5.	SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE	2
3.	POUŽITÉ MATERIÁLY:	3
4.	ZATÍŽENÍ	4
4.1.	ZATÍŽENÍ STÁLÉ	4
4.2.	ZATÍŽENÍ ZEMINOU	4
4.3.	ZATÍŽENÍ UŽITNÉ	4
4.4.	ZATÍŽENÍ SNĚHEM	4
4.5.	ZATÍŽENÍM VĚTREM.....	4
5.	KOMBINACE ZATÍŽENÍ	6
6.	NÁVRH VYZTUŽENÍ.....	7
6.1.	ZÁKLADOVÁ DESKA	7
6.2.	OBVODOVÉ STĚNY	7
7.	ZÁVĚR	8
8.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:	8
8.1.	NORMY A LITERATURA:.....	8
8.2.	SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ:	8
9.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ:.....	9
10.	SEZNAM PŘÍLOH:.....	9

1 ÚVOD

Cílem diplomové práce byl návrh a posouzení základové vany z vodonepropustného betonu. Jedná se o založení administrativní a provozní budovy STAPPA MIX při ulici Bidláky, města Brna 639 00. Na základě projektové dokumentace byl navržen tvar železobetonové nosné konstrukce. Tvar nosné konstrukce byl poté použit jako podklad pro vytvoření 3D modelu ve výpočetním programu Dlubal RFEM 5.07. Celá konstrukce byla následně zatížena příslušným zatížením a podepřena pomocí přídavného modulu RF-Soilin, ve kterém byly použity sondy dle inženýrsko-geologického průzkumu. Z důvodu nerovnoměrného sedání bylo nutné následně navrhnout hlubinné založení v podobě vrtaných pilot. Návrh vrtaných pilot byl proveden ve výpočetním programu GEO5. Do výpočetního modelu byly piloty zadány jako nelineární podpory podle zatěžovacích křivek jednotlivých pilot. Po výpočtu možných kombinací zatížení bylo navrženo vyztužení základové desky a následně posouzeno na mezní stav únosnosti a použitelnosti ve shodě s příslušnými normami. Součástí statického výpočtu je i návrh nutné výztuže obvodových stěn pomocí přídavného modulu RF concrete surfaces. Dále byly vytvořeny výkresy tvaru celé konstrukce a výkresy vyztužení základové desky a obvodových stěn.

2 POPIS KONSTRUKCE

2.1 STAVEBNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU

Jedná se o vícepodlažní administrativní a provozní budovu firmy STAPPA MIX. Objekt má atypický trojúhelníkový půdorys o jednom podzemním a celkem devíti nadzemních podlažích včetně vystupující věžičky o třech podlažích, která slouží jako vyhlídková terasa. Půdorysné rozměry jsou 28,1 * 17,8 m. Základová deska se skládá ze dvou výškových úrovní. Základová deska ZD1 se nachází ve výšce -3,400 m, od projektovaného počátku. Základová deska ZD2 se nachází ve výšce -2,025 m. Celý konstrukční systém se skládá ze soustavy železobetonových stěn a stropních respektive základových desek.

2.2 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Pro posouzení základových poměrů byl zhotoven inženýrsko-geologický průzkum. Výstupem jsou čtyři sondy, které určují geologický profil v daném místě. Průzkumem byla zjištěna úroveň hladiny podzemní vody -3,250 m od projektovaného počátku. Stupeň vlivu prostředí bylo stanoveno XA2 – středně agresivní prostředí.

2.3 ZALOŽENÍ OBJEKTU

Na základě proměnlivosti podloží a následně nerovnoměrného sedání při výpočtu, bylo navrženo hlubinné založení ve formě vrtaných pilot Φ 630 mm v kombinaci se základovou deskou. Poměr přenosu zatížení mezi pilotami a základovou deskou je 3:1.

2.4 VODOROVNÉ KONSTRUKCE

Základová deska byla navržena v tloušťce 300 mm. Stropní desky v ostatních podlažích byly navrženy tloušťky 180 mm. Tloušťka schodišťového ramene 150 mm.

2.5 SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

Všechny svislé nosné konstrukce byly navrženy tloušťky 250 mm.

3 POUŽITÉ MATERIÁLY:

SPECIFIKACE ČERSTVÉHO BETONU:

BETON C30/37 – XA2 (CZ, F.1) – Cl 0,4 – Dmax16 – S4 – dle ČSN EN 206

Pevnostní třída C30/37

Stupeň vlivu prostředí XA2 – středně agresivní prostředí

Návrhová životnost (CZ, F.1) – 50 let

Kategorie množství chloridů k hmotnosti cementu – Cl 0,4

Maximální velikost zrna kameniva Dmax16 – 16 mm

Třída konzistence S4 – sednutí Abramsova kužele 160 – 210 mm

Vodní součinitel betonové směsi $v/c < 0,55$

Vysokopeční cement CEMIII/B 32,5 N s pomalým nárůstem hydratačního tepla, vhodný zejména pro vodonepropustné konstrukce v chemicky agresivním prostředí.

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY BETONU POUŽITÉ PŘI VÝPOČTU:

Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu	$\gamma_c = 1,5$
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = 20,00 \text{ MPa}$
Charakteristická pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} = 33,0 \text{ GPa}$
Mezní poměrné přetvoření betonu	$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B:

Charakteristická mez kluzu oceli	$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu	$\gamma_s = 1,15$
Návrhová mez kluzu oceli	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$
Modul pružnosti oceli	$E_s = 200,0 \text{ GPa}$

4 ZATÍŽENÍ

4.1 ZATÍŽENÍ STÁLÉ

Zatížení stálé od vlastní tíhy železobetonové konstrukce je generováno výpočetním programem na základě zadaných průřezových a materiálových charakteristik. Ostatní stálá zatížení od podlah v jednotlivých podlažích, skladby střech a fasádního opláštění byly ručně aplikována na model dle použitých podkladů.

4.2 ZATÍŽENÍ ZEMINOU

Na model bylo aplikováno zatížení od tlaku zeminy v klidu. Zatížení bylo určeno na základě charakteristik zeminy dle geologického profilu. Vliv podzemní vody je zadán jako samostatný zatěžovací stav z důvodu kolísání její hladiny.

4.3 ZATÍŽENÍ UŽITNÉ

Užitné zatížení bylo stanoveno v jednotlivých podlažích na základě projektové dokumentace (viz. P1 – Použité podklady). Vzhledem k řešení pouze základové konstrukce byla vlastní tíha příček v ostatních podlažích zahrnuta do užitného zatížení.

Zatížení od vlastní tíhy příček bylo stanoveno $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$ a následně přičteno k užitnému zatížení v každém podlaží vyjma základové desky.

Použité kategorie užitného zatížení:

1PP: Kategorie A – $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ (šatny)

Kategorie E1 – $q_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$ (archiv)

1NP: Kategorie C3 – $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$ (vstup do administrativní budovy)

Kategorie B – $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ (kancelářské prostory)

2NP – 9NP: Kategorie B – $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ (kancelářské prostory)

Schodiště: $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

4.4 ZATÍŽENÍ SNĚHEM

Sněhová oblast pro Brno je kategorie II,
charakteristická hodnota zatížení sněhu na zemi $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$.

4.5 ZATÍŽENÍM VĚTREM

Větrná oblast pro Brno je kategorie II,
výchozí základní rychlost větru $v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$

5 ZATĚŽOVACÍ STAVY

Na základě vyskytujícího se zatížení byly na výpočetní model aplikovány následující zatěžovací stavy (viz. P3 – Statický výpočet):

- ZS1 – Vlastní tíha
- ZS2 – Ostatní stálé zatížení – podlahy
- ZS3 – Ostatní stálé zatížení – stěny
- ZS4 – Ostatní stálé zatížení – příčky
- ZS5 – Ostatní stálé zatížení – střešní plášť
- ZS6 – Ostatní stálé zatížení – zemní tlak
- ZS7 – Ostatní stálé zatížení – přitížení
- ZS8 – Ostatní stálé zatížení – vztlak podzemní vody
- ZS9 – Užitné zatížení PLNÉ zs2 – kategorie A
- ZS10 – Užitné zatížení PLNÉ zs1 – kategorie A
- ZS11 – Užitné zatížení ŠACH1 – kategorie A
- ZS12 – Užitné zatížení ŠACH2 – kategorie A
- ZS13 – Užitné zatížení PRUH1 – kategorie A
- ZS14 – Užitné zatížení PRUH2 – kategorie A
- ZS15 – Užitné zatížení PLNÉ – kategorie E1
- ZS16 – Užitné zatížení PRUH1 – kategorie E1
- ZS17 – Užitné zatížení PRUH2 – kategorie E1
- ZS18 – Užitné zatížení PLNÉ – kategorie C3
- ZS19 – Užitné zatížení PRUH1 – kategorie C3
- ZS20 – Užitné zatížení PRUH2 – kategorie C3
- ZS21 – Užitné zatížení PLNÉ – kategorie B
- ZS22 – Užitné zatížení ŠACH1 – kategorie B
- ZS23 – Užitné zatížení ŠACH2 – kategorie B
- ZS24 – Užitné zatížení PRUH1 – kategorie B
- ZS25 – Užitné zatížení PRUH2 – kategorie B
- ZS26 – Užitné zatížení PRUH3 – kategorie B
- ZS27 – Užitné zatížení PRUH4 – kategorie B
- ZS28 – Sníh - rovnoměrný
- ZS29 – Vítr x+
- ZS30 – Vítr x-
- ZS31 – Vítr y+

6 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombinace zatížení byly sestaveny ručně pro veškeré možné varianty.

Pro mezní stav únosnosti byly použity rovnice 6.10a a 6.10b.

Pro mezní stav použitelnosti - sednutí objektu byla použita rovnice 6.16b.

Pro mezní stav použitelnosti - vznik trhliny 6.14b.

Pro mezní stav použitelnosti - šířka trhliny 6.15b.

Všechny kombinace zatížení vyjma rovnice 6.16b byly počítány ve dvou případech, se zohledněním hladiny podzemní vody a bez započítání vlivu podzemní vody.

Kombinace zatížení podle mezního stavu únosnosti byly sestaveny podle:

$$\text{Rovnice 6.10a} \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\text{Rovnice 6.10b} \quad \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kombinace zatížení podle mezního stavu použitelnosti byly sestaveny podle:

Charakteristická kombinace:

$$\text{Rovnice 6.14b} \quad \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Častá kombinace:

$$\text{Rovnice 6.15b} \quad \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kvazistálá kombinace:

$$\text{Rovnice 6.16b} \quad \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Při výpočtu jsou použity následující kombinační součinitele dle ČSN EN 1990:

Dílčí součinitele spolehlivosti:

$$\text{Stálé zatížení nepříznivé:} \quad \gamma_{G,\text{sup}} = 1,35$$

$$\text{Stálé zatížení příznivé:} \quad \gamma_{G,\text{inf}} = 1,0$$

$$\text{Proměnné zatížení nepříznivé:} \quad \gamma_Q = 1,50$$

Kombinační součinitele:

$$\text{Proměnné užité zatížení – kategorie A} \quad \psi_0 = 0,7 \quad \psi_1 = 0,5 \quad \psi_2 = 0,3$$

$$\text{Proměnné užité zatížení – kategorie B} \quad \psi_0 = 0,7 \quad \psi_1 = 0,5 \quad \psi_2 = 0,3$$

$$\text{Proměnné užité zatížení – kategorie C3} \quad \psi_0 = 0,7 \quad \psi_1 = 0,7 \quad \psi_2 = 0,6$$

$$\text{Proměnné užité zatížení – kategorie E1} \quad \psi_0 = 1,0 \quad \psi_1 = 0,9 \quad \psi_2 = 0,8$$

$$\text{Proměnné zatížení - sníh} \quad \psi_0 = 0,5 \quad \psi_1 = 0,2 \quad \psi_2 = 0,0$$

$$\text{Proměnné zatížení - vítr} \quad \psi_0 = 0,6 \quad \psi_2 = 0,2 \quad \psi_2 = 0,0$$

$$\text{Redukční součinitel stálých nepříznivých účinků} \quad \xi = 0,85$$

7 NÁVRH VYZTUŽENÍ

7.1 ZÁKLADOVÁ DESKA

Dimenzování základové desky je vzhledem k přítomnosti ohybového a tahového namáhání posuzována v jejich vzájemné kombinaci. Při posuzování na mezní stav únosnosti bylo navrženo u dolního i horního povrchu jednotné vyztužení $\Phi 12/200$ s plochou $A_s = 5,655 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{m}$ v obou směrech a posouzeno pomocí interakčního diagramu. Interakční diagram byl zhotoven pouze pro body 3, 4, 5, 3', 4' charakterizující tah v kombinaci s ohybem. Poté byla vhodnými kombinacemi výše uvedených vnitřních sil lokalizována místa nutná pro posouzení. V případě nevyhovujícího vyztužení byla místa dovyztužena a následně znovu posouzena. Na závěr je ručně navržené vyztužení porovnáno pomocí přídatného modulu RF concrete surfaces, který slouží pro návrh nutného vyztužení železobetonových plošných konstrukcí.

U mezního stavu použitelnosti byl posouzen vznik trhlin u horního i dolního okraje. U horního okraje byla při vzniku trhlin dále posouzena výška tlačené zóny, která je pro požadavky vodonepropustných konstrukcí stanovena limitní hodnotou $x = 30,0$ mm. U dolního okraje byla po vzniku trhlin posouzena jejich šířka při maximální dovolené hodnotě $w_k = 0,2$ mm. Limitní hodnoty byly stanoveny dle TP ČBS 04 Vodonepropustné betonové konstrukce na základě třídy namáhání 1 (tlaková a netlaková voda) a třídy užívání A (není povolen transport vlhkosti v kapalné formě). Vznik trhlin je posuzován podle charakteristické kombinace zatížení. Šířka trhliny je zjišťována podle časté kombinace zatížení. Posouzeny budou nejvíce namáhané průřezy pro jednotlivé typy vyztužení.

7.2 SVISLÉ OBVODOVÉ STĚNY

V obvodových stěnách byla na základě konstrukčních zásad navržena výztuž. Ve svislém směru byla navržena výztuž $\Phi 12/200$ - $A_s = 5,655 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{m}$ a ve vodorovném směru $\Phi 10/200$ - $A_s = 3,927 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{m}$. Následně byla navržená výztuž posouzena v přídatném modulu RF concrete surfaces. Na nevyhovujících místech bylo poté navrženo dovyztužení.

8 ZÁVĚR

V diplomové práci jsem se zabýval návrhem a posouzením základové vany z vodonepropustného betonu včetně výkresové dokumentace v podobě výkresů tvaru celé konstrukce a výkresů vyztužení základové desky a obvodových stěn. Při návrhu jsem se snažil najít zejména neoptimálnější průběh sedání celé konstrukce a docílit tím co nepříjemnějšího průběhu vnitřních sil. Důvodem bylo co nejvíce omezit riziko vzniku trhlin v konstrukci. Posouzení jsem provedl v souladu s platnými normami. Podrobný postup výpočtu je součástí přílohy P3 – Statický výpočet.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:

9.1 NORMY A LITERATURA:

- [1] ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, ČSNI 03/2004
- [2] ČSN EN 1991-1: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, ČSNI 03/2004
- [3] ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČSNI 07/2007
- [4] Česká betonářská společnost. *Vodonepropustné betonové konstrukce: technická pravidla ČBS 04*. Vydáno Praha, ČBS 2015
- [5] ZICH, Miloš a kol. *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů*, Praha: Dashöfer, 2010, 145 s. ISBN 978-80-86897-38-7.

9.2 SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ:

Autodesk AutoCAD 2015
Dlubal RFEM 5.07
Fine GEO5 2017
Microsoft Office Word 2010
Microsoft Office Excel 2010

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ:

f_{ck}	Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku
γ_c	Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu betonu
f_{cd}	Návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	Charakteristická pevnost betonu v tahu
E_{cm}	Modul pružnosti betonu
ϵ_{cu3}	Mezní poměrné přetvoření betonu
f_{yk}	Charakteristická mez kluzu oceli
γ_s	Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu oceli
f_{yd}	Návrhová mez kluzu oceli
E_s	Modul pružnosti oceli
ZS	Zatěžovací stav
G_k	Charakteristická hodnota stálého zatížení
Q_k	Charakteristická hodnota proměnného zatížení
γ_G	Dílčí součinitel spolehlivosti pro stálé zatížení
γ_Q	Dílčí součinitel spolehlivosti pro stálé zatížení
ψ	Kombinační součinitel
ξ	Redukční součinitel stálých nepříznivých účinků
ϕ	Průměr výztuže
A_s	Celková plocha betonářské výztuže

11 SEZNAM PŘÍLOH:

P1	Použité podklady
P2	Výkresová dokumentace
P3	Statický výpočet